

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-212467

(43)Date of publication of application : 29.07.2004

(51)Int.Cl.

G02B 13/00

G02B 13/18

(21)Application number : 2002-379401

(71)Applicant : NIDEC COPAL CORP

(22)Date of filing : 27.12.2002

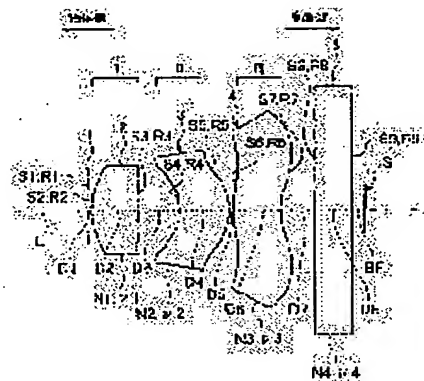
(72)Inventor : TAKEUCHI HODAKA
ISHIKAWA YOICHI
ABE YASUHIKO

(54) PHOTOGRAPHIC LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make a photographic lens used for a mobile camera etc., thinner.

SOLUTION: The photographic lens is constituted of an aperture diaphragm 1 of a prescribed diameter, a 1st lens 2 having a positive refractive power and whose convex S2 faces an object side, a 2nd lens 3 having a positive refractive power and whose concave S4 faces the object side, and both faces S4 and S5 of which are aspherical, and a 3rd lens 4 having a negative refractive power and whose convex S6 faces the object side, and both surfaces S6 and S7 of which are aspherical, arranged in this order from the object side to an image field side. By having the lens constitution of three-group and three-lens, the thin-shaped photographic lens is obtained, wherein an appropriate back focus is secured, various kinds of aberration are satisfactorily corrected, and whose whole lens length is shortened, and which is suitable to a high density imaging device having 1,000,000 or more pixels.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

It turns to an image surface side from a body side, and is in order,
An aperture diaphragm with predetermined aperture,
The 1st lens which turns a convex to a body side and has forward refractive power,
The 2nd lens which turns a concave surface to a body side and has forward refractive power,
The 3rd lens which turns a convex to a body side and has negative refractive power,
***** -- the taking lens characterized by things.

[Claim 2]

Said 2nd lens and 3rd lens have the aspheric surface to both sides by the side of a body and the image surface,
The taking lens according to claim 1 characterized by things.

[Claim 3]

It is formed so that said 3rd lens may have the aspheric surface in an image surface side and may have point of inflection on the way,
The taking lens according to claim 1 or 2 characterized by things.

[Claim 4]

It is formed so that said 2nd lens may have the aspheric surface in a body side, and may take it toward a periphery and refractive power may become small,
claim 1 characterized by things thru/or 3 -- a taking lens given in either.

[Claim 5]

Said 2nd lens and 3rd lens are formed with the resin ingredient,
claim 1 characterized by things thru/or 4 -- a taking lens given in either.

[Claim 6]

When setting to TL the overall length of the lens system to the image surface where

image formation of the photographic subject is carried out from f and the front face of a body side of said aperture diaphragm in the focal distance of the lens whole system,

(1) $TL/f < 1.6$,

claim 1 characterized by being satisfied thru/or 5 -- a taking lens given in either.

[Claim 7]

When setting the Abbe number of said 1st lens to nu_1 ,

(2) $nu_1 > 45$,

claim 1 characterized by being satisfied thru/or 6 -- a taking lens given in either.

[Claim 8]

When setting [the radius of curvature of the field by the side of the body of said 2nd lens / the radius of curvature of the field by the side of R4 and the image surface of said 2nd lens] the radius of curvature of the field by the side of R6 and the image surface of said 3rd lens to R7 for the radius of curvature of the field by the side of R5 and the body of said 3rd lens,

(3) $0.7 < R4/R5 < 2$,

(4) $1 < R6/R7 < 4$,

claim 1 characterized by being satisfied thru/or 7 -- a taking lens given in either.

[Claim 9]

When setting the focal distance of D5 and the lens whole system to f for spacing in the direction of an optical axis of said 2nd lens and said 3rd lens,

(5) $D5/f < 0.15$,

claim 1 characterized by being satisfied thru/or 8 -- a taking lens given in either.

[Claim 10]

When setting thickness [in / for the thickness in the direction of an optical axis of said 2nd lens / D4 and the direction of an optical axis of said 3rd lens] to D6,

(6) $0.8 < D4/D6 < 1.3$,

claim 1 characterized by being satisfied thru/or 9 -- a taking lens given in either.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to the taking lens applied to mobile cameras, such as a portable telephone equipped with image sensors, such as CCD, a Personal Digital Assistant machine (PDA), and a pocket mold personal computer, a digital still camera, a video camera, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art]

What is applied as a taking lens applied to image sensors, such as CCD, in order to photo an animation, for example like the camera for a monitor etc. is known. Photography of an animation was mainly presented with this camera for a monitor, and since there were comparatively few pixels of that image sensor, high optical-character ability was not needed for the lens itself.

In the image sensor used for the conventional camera for a monitor, the video camera, etc., although the badness of the image quality of a photography image was pointed out compared with the silver halide film-type camera, the thing of the image quality near an image with a silver halide film-type camera is increasingly obtained by the remarkable technical progress of the image sensor in recent years. Simultaneously, the miniaturization of an image sensor, densification, etc. are attained, and as a taking lens applied to a digital still camera etc., while it is highly efficient, small, the thin shape, and a cheap thing are desired strongly.

[0003]

On the other hand, the taking lens used for a portable telephone, a Personal Digital Assistant machine (PDA), etc. was not what is enough satisfied as an image obtained corresponding to the 100,000 pixels - about 350,000 pixels image sensor of comparatively a low consistency, although the configuration number of sheets of a lens was very as small as about 1-2 sheets and had become a thin shape.

Moreover, in order to use light efficiently from the former, the micro lens is prepared in image sensors, such as CCD, on the surface of the image sensor. So, if the beam-of-light include angle which carries out incidence to an image sensor is too large, a KERARE phenomenon will be produced and light will not go into an image sensor. Then, what the exit pupil is distant from the image surface enough, made small whenever [include-angle / in which a beam of light carries out incidence to an image sensor /, i.e., the angle of emergence,] as a taking lens applied to these, and improved tele cent rucksack nature was common (for example, patent reference 1, patent reference 2, patent reference 3, patent reference 4, patent reference 5, patent reference 6, and patent reference 7 reference).

[0004]

[Patent reference 1]

JP,2000-171697,A

[Patent reference 2]

JP,2001-133684,A

[Patent reference 3]

JP,2002-98888,A

[Patent reference 4]

JP,2002-162561,A

[Patent reference 5]

JP,05-40220,A

[Patent reference 6]

JP,05-157962,A

[Patent reference 7]

JP,05-188284,A

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

By the way, although it was more small and the cheaper taking lens was demanded more with the thin shape by the remarkable technical progress of the image sensor in recent years at high resolving, although tele cent rucksack nature was improved in the conventional taking lens therefore, the lens overall length became comparatively long, and it was not more suitable in respect of thin-shape-izing.

the conventional image sensor on the other hand -- the limitation of whenever [angle-of-emergence / of a beam of light] -- constraint -- winning popularity -- a taking lens -- so much -- being thin (lens system overall length so short) -- although it was not able to do, whenever [angle-of-emergence / of a beam of light] can also use the thing of an about [20 degrees] by devising a micro lens. Therefore, the thinner taking lens suitable for an image sensor with such a micro lens is demanded.

[0006]

The place which accomplishes this invention in view of the above-mentioned point, and is made into the purpose By being able to attain miniaturization, thin-shape-izing, lightweight-izing, and low cost-ization etc., and selecting appropriately the location which gives the aspheric surface with a very simple lens configuration, canceling a KERARE phenomenon etc. It is in offering the highly efficient taking lens which can respond to the high-density image sensor 1 million pixels or more carried in mobile cameras, such as a portable telephone and a Personal Digital Assistant machine, a digital still camera, a digital camcorder, etc.

[0007]

[Means for Solving the Problem]

The taking lens of this invention is characterized by including the 1st lens which turns a convex to a body side towards an image surface side with the aperture diaphragm which has predetermined aperture in order from a body side, and has forward refractive power, the 2nd lens which turns a concave surface to a body side and has forward refractive power, and the 3rd lens which turns a convex to a body side and has negative refractive power.

According to this configuration, when an aperture diaphragm is arranged at a tip, and the 1st lens and the 2nd lens have forward refractive power and consider as the lens configuration of three groups [three] in which the 3rd lens has negative refractive power, a suitable back focus is secured and a lens overall length can obtain a short thin taking lens.

[0008]

In the above-mentioned configuration, the configuration which has the aspheric surface to both sides by the side of a body and the image surface can be used for the 2nd lens and the 3rd lens.

Improving effectively the point that take for shortening the overall length of a lens system and miniaturizing, amendment of each aberration becomes difficult, and also whenever [angle-of-emergence] becomes large again according to this configuration, it is adapted for a high density image sensor, and whenever [angle-of-emergence / of a beam of light] is 24 or less degrees, and the taking lens with which many aberration was amended good can be obtained.

[0009]

In the above-mentioned configuration, the configuration currently formed so that it may have the aspheric surface in an image surface side and may have point of inflection on the way can be used for the 3rd lens.

According to this configuration, whenever [angle-of-emergence] can be made small by establishing the point of inflection which changes from a concave to convex in the location in the middle of going on the outside of the direction of a path in the scope of the aspheric surface, amending many aberration especially astigmatism, and distortion aberration good.

[0010]

In the above-mentioned configuration, the configuration currently formed so that it may have the aspheric surface in a body side, and it may take toward a periphery and refractive power may become small can be used for the 2nd lens.

According to this configuration, amendment of many aberration especially astigmatism, and comatic aberration becomes easy, and it can amend good.

[0011]

The configuration currently formed with the resin ingredient can be used for the 2nd lens and the 3rd lens in the above-mentioned configuration.

According to this configuration, a production cost can be reduced by considering as a resin ingredient, and lightweight-ization can also be performed. Moreover, since it is performed by injection molding when forming with a resin ingredient, complicated configurations, such as a curve side which has point of inflection, can also be formed easily.

[0012]

When setting to TL the overall length of the lens system to the image surface where image formation of the photographic subject is carried out from f and the front face of a body side of an aperture diaphragm in the focal distance of the lens whole system in the above-mentioned configuration,

(1) $TL/f < 1.6$,

The configuration to satisfy is employable.

According to this configuration, the miniaturization of a taking lens and thin shape-ization can be easily attained by defining the relation between the focal distance of the lens whole system, and the overall length of a lens system like (1) type.

[0013]

When setting the Abbe number of the 1st lens to ν_1 in the above-mentioned configuration,

(2) $\nu_1 > 45$,

The configuration to satisfy is employable.

According to this configuration, axial overtone aberration and the chromatic aberration of magnification can be especially amended good by defining the Abbe number of the 1st lens like (2) types.

[0014]

When setting [the radius of curvature of the field by the side of the body of the 2nd lens / the radius of curvature of the field by the side of R4 and the image surface of the 2nd lens] the radius of curvature of the field by the side of R6 and the image surface of the 3rd lens to R7 for the radius of curvature of the field by the side of R5 and the body of the 3rd lens in the above-mentioned configuration,

(3) $0.7 < R4/R5 < 2$,

(4) $1 < R6/R7 < 4$,

The configuration to satisfy is employable.

Securing a suitable back focus by forming so that the radius of curvature of the 2nd lens may fill (3) types, and forming so that the radius of curvature of the 3rd lens may fill (4) types according to this configuration, many aberration especially astigmatism, and distortion aberration can be amended good, and a good optical property is obtained.

[0015]

When setting the focal distance of D5 and the lens whole system to f for spacing in the direction of an optical axis of the 2nd lens and said 3rd lens in the above-mentioned configuration,

(5) $D5/f < 0.15$,

The configuration to satisfy is employable.

According to this configuration, many aberration especially astigmatism, and distortion aberration can be amended good by forming so that spacing of the 2nd lens and the 3rd lens may fill (5) types.

[0016]

When setting thickness [in / for the thickness in the direction of an optical axis of the 2nd lens / $D4$ and the direction of an optical axis of the 3rd lens] to $D6$ in the above-mentioned configuration,

(6) $0.8 < D4 / D6 < 1.3$,

The configuration to satisfy is employable.

Securing a suitable back focus by forming so that the thickness of the 2nd lens and the 3rd lens may fill (6) types according to this configuration, many aberration, especially astigmatism can be amended good and a good optical property is obtained.

[0017]

[Embodiment of the Invention]

Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained, referring to an accompanying drawing.

Drawing 1 is the basic block diagram showing 1 operation gestalt of the taking lens concerning this invention. As the taking lens concerning this operation gestalt is shown in drawing 1, the aperture diaphragm 1 which has predetermined aperture towards an image surface side from a body side, and the 2nd lens group (II) and the 3rd lens group (III) are arranged one by one. [the 1st lens group (I), and]

[0018]

The 1st lens group (I) is formed with the 1st lens 2 which turns a convex to a body side and has forward refractive power. The 2nd lens group (II) is formed with the 2nd lens 3 which turns a concave surface to a body side and has forward refractive power. The 3rd

lens group (III) is formed with the 3rd lens 4 which turns a convex to a body side and has negative refractive power.

In this array configuration, rather than the 3rd lens 4, the glass filter 5 which becomes image surface side approach from the parallel plate as an infrared cut filter, a low pass filter, etc. will be arranged, and, back, the image surfaces S, such as CCD, will be arranged further.

[0019]

In addition, it sets in the array configuration which consists of an aperture diaphragm 1, the 1st lens 2, the 2nd lens 3, the 3rd lens 4, and a glass filter 5. As shown in drawing 1, each field of an aperture diaphragm 1, lenses 2-4, and a glass filter 5 Si ($i=1-9$), N_d and the Abbe number are expressed with n_d for a refractive index d as opposed to i in the refractive index of the 1st lens i as opposed to R_i ($i=1-9$) and d line for the radius of curvature of each field Si / 2 · the 3rd lens 4 / n_{di} ($i=1-3$) and d line of a glass filter 5 for nickel ($i=1-3$) and the Abbe number V_d . Furthermore, spacing (thickness, air spacing) in each direction L of an optical axis from an aperture diaphragm 1 to a glass filter 5 is expressed with D_i ($i=1-8$), and a back focus is expressed with BF.

[0020]

Here, when (back focus sets distance of air scaled distance) to TL to the image surface S where image formation of the photographic subject is carried out in the focal distance of the lens whole system from f and the front face S1 of a body side of an aperture diaphragm 1, it is the following conditional expression (1),

$$(1) \text{ TL}/f < 1.6,$$

It is constituted so that it may be satisfied.

The suitable ratio of the dimension of the direction of an optical axis of the lens whole system and the focal distance of the lens whole system is provided by conditional expression (1), and it is the conditions about thin-shape-izing of a lens. By forming so that the value of this TL/f may become less than 1.6, a miniaturization and thin shape-ization are attained easily.

[0021]

For the 1st lens 2, it is formed with the glass ingredient and the Abbe number n_d 1 is the following conditional expression (2),

$$(2) \text{ nu}_1 > 45,$$

It is constituted so that it may be satisfied.

If the suitable Abbe number of the 1st lens 2 is provided by conditional expression (2) and this conditional expression is not filled, axial overtone aberration and the chromatic aberration of magnification will become large especially. Therefore, axial overtone

aberration and the chromatic aberration of magnification can be amended good by satisfying this conditional expression.

[0022]

The 2nd lens 3 is a lens with which the concave surface was turned to the body side and it turned the convex to the image surface side, and is formed with the resin ingredient here. Moreover, as for the 2nd lens 3, double-sided S4 by the side of a body and the image surface and S5 are formed in the aspheric surface. Furthermore, the aspheric surface formed in field S4 by the side of the body of the 2nd lens 3 is formed so that it may take toward a periphery and refractive power may become small.

Many aberration can be amended good, securing a suitable back focus by a lens overall length becoming short and taking for miniaturizing, and making double-sided S4 of the 2nd lens 3, and S5 into the aspheric surface, although it is in the inclination for amendment of each aberration to become very difficult and for also whenever [angle-of-emergence] to become very large. Astigmatism and comatic aberration can be easily amended by making refractive power of a periphery small especially.

[0023]

The 3rd lens 4 is a lens to which the concave surface by the side of the image surface was turned, and the convex is formed in the body side with the resin ingredient here. Moreover, as for the 3rd lens 4, both sides S6 and S7 by the side of a body and the image surface are formed in the aspheric surface. Furthermore, while going to the direction outside of a path from a core, the aspheric surface formed in the image surface side of the 3rd lens 4 is formed so that it may have the point of inflection which changes from a concave to convex.

Although it is in the inclination for amendment of each aberration to become very difficult by it becoming same short mentioning a lens overall length's above, and taking for miniaturizing, and for also whenever [angle-of-emergence] to become very large also in this case, many aberration can be amended good, securing a suitable back focus by making both sides S6 and S7 of the 3rd lens 4 into the aspheric surface.

Amending astigmatism and distortion aberration good by considering as the configuration where point of inflection was prepared especially, whenever [angle-of-emergence] can be made small and the image surface of a core and the circumference can be made easily in agreement.

[0024]

Here, the formula showing the aspheric surface formed in the 2nd lens 3 and the 3rd lens 4 is prescribed by the degree type.

$1 + (1 - \epsilon) C y^2$ $1/Z = Cy^2/[2] + Dy^4 + Ey^6 + Fy^8 + Gy^{10} + Hy^{12}$.. however Z: .. the height

from [from the tangential plane in the top-most vertices of the aspheric surface] an optical axis L -- the distance to the point on the aspheric surface of y, and y: -- they are the height from an optical axis L, the curvature (1/R) in the top-most vertices of C:aspheric surface, epsilon:cone constant, D, E, F and G, and H:aspheric surface multiplier.

[0025]

Moreover, it sets in the above-mentioned configuration and, for the 2nd lens 3 and the 3rd lens 4, the radius of curvatures R4 and R5 of the 2nd lens 3 and the radius of curvatures R6 and R7 of the 3rd lens 4 are the following conditional expression (3) and (4),

$$(3) 0.7 < R4/R5 < 2,$$

$$(4) 1 < R6/R7 < 4,$$

It is constituted so that it may be satisfied.

Conditional expression (3) and (4) define the ratio of the suitable radius of curvature of a lens so that they may attain a good optical property in the 2nd lens 3 and the 3rd lens 4. If such conditional expression is not filled, it will become difficult to secure a suitable back focus, and amendment of many aberration especially astigmatism, and distortion aberration will become difficult. Therefore, by satisfying such conditional expression, a suitable back focus can be secured, and many aberration can be amended good, and sufficient optical property can be obtained.

[0026]

Moreover, for the 2nd lens 3 and the 3rd lens 4, both spacing D5 in the direction of an optical axis and the focal distance f of the lens whole system are the following conditional expression (5),

$$(5) D5/f < 0.15,$$

It is constituted so that it may be satisfied.

Suitable lens spacing in the direction of an optical axis of the 2nd lens 3 and the 3rd lens 4 is provided by conditional expression (5). If this conditional expression is not filled, since the distance to an exit pupil becomes long and the include angle of the beam of light which carries out incidence to an image sensor becomes small, it is advantageous, but while the overall length of a lens system becomes long, since the outer diameter of the 3rd lens 4 also becomes large, amendment of astigmatism and distortion aberration becomes difficult preferably and especially. Therefore, many aberration especially astigmatism, and distortion aberration can be amended good, attaining thin-shape-izing and a miniaturization by satisfying this conditional expression.

[0027]

Furthermore, for the 2nd lens 3 and the 3rd lens 4, thick D4 of the 2nd lens 3 and thick D6 of the 3rd lens 4 are the following conditional expression (6),

$$(6) 0.8 < D4 / D6 < 1.3,$$

It is constituted so that it may be satisfied.

The suitable ratio of wall thickness to outside diameter kicked on the optical axis of the 2nd lens 3 and the 3rd lens 4 is provided by conditional expression (6). If this conditional expression is not filled, reservation of a suitable back focus will become difficult, and amendment of many aberration, especially astigmatism will become difficult. Therefore, by satisfying this conditional expression, a suitable back focus is secured, many aberration, especially astigmatism can be amended good, and a good optical property is obtained.

[0028]

The example by the concrete numeric value of the operation gestalt which consists of the above-mentioned configuration is shown below as an example 1. The numeric data about the aspheric surface is shown [various numeric data (set point)] for the main specification items in an example 1 in Table 1 in Table 2 at Table 3, respectively. Moreover, the aberration diagram about the spherical aberration in this example 1, astigmatism, distortion aberration (distortion), and the chromatic aberration of magnification brings a result as shown in drawing 2. In addition, in drawing 2, in the aberration according [d] to d line, and F, the aberration by the F line and c show [H] the aberration by c line according [incidence height and Y'] to image height, respectively, and SC shows the dissatisfied amount of sine condition, further, DS shows the aberration in a sagittal plane and DT shows the aberration in a meridional plane.

[0029]

[Table 1]

物体距離	無限	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～第3レンズ後 端)	4. 1 4 mm
レンズ全系の焦 点距離 f	4. 3 5 mm	バックフォーカ ス (空気換算)	1. 5 8 mm
F N o	3. 9 5	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～像面；ガラス フィルタ5を含 む)	5. 9 7 mm
射出瞳位置	- 4. 4 1 mm	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～像面；ガラス フィルタ5無 し) TL	5. 7 2 mm
最外角光線の射 出角度	- 1 8. 9 °	画角 (2ω)	6 0. 4 °

[0030]

[Table 2]

面	曲率半径 (mm)	間隔 (mm)	屈折率 (N d)	アッペ数
S 1	R 1 ∞ (開口絞り)			
		D 1 0. 0 5 0		
S 2	R 2 2. 1 0 0	D 2 1. 0 1 3	N 1 1. 4 9 7 0 0	ν 1 8 1. 6
S 3	R 3 -3 1. 0 4 1			
		D 3 0. 8 4 0		
S 4 *	R 4 -1. 3 0 7	D 4 1. 0 9 0	N 2 1. 5 0 9 1 4	ν 2 5 6. 4
S 5 *	R 5 -1. 4 1 5			
		D 5 0. 1 0 0		
S 6 *	R 6 2. 6 2 0	D 6 1. 0 4 5	N 3 1. 5 0 9 1 4	ν 3 5 6. 4
S 7 *	R 7 1. 5 7 3			
		D 7 0. 7 8 3		
S 8	∞	D 8 0. 7 5 0	N 4 1. 5 1 6 8 0	ν 4 6 4. 2
S 9	∞			
		B F 0. 3 0		

*非球面

[Table 3]

面	非球面係数	
S 4	ε	-1. 6013550
	D	-0. 1373080
	E	$0. 9609190 \times 10^{-1}$
	F	$0. 2122470 \times 10^{-1}$
	G	$-0. 4222570 \times 10^{-1}$
	H	$0. 1276420 \times 10^{-1}$
S 5	ε	0. 4005340
	D	$-0. 7267790 \times 10^{-1}$
	E	$0. 6589860 \times 10^{-1}$
	F	$0. 7947910 \times 10^{-2}$
	G	$-0. 4892700 \times 10^{-2}$
	H	$0. 3645610 \times 10^{-3}$
S 6	ε	-2. 8115860
	D	-0. 1355510
	E	$0. 4805600 \times 10^{-1}$
	F	$-0. 6459320 \times 10^{-2}$
	G	$-0. 1636780 \times 10^{-3}$
	H	$0. 5901350 \times 10^{-4}$
S 7	ε	-0. 3867960
	D	-0. 1251790
	E	$0. 2677310 \times 10^{-1}$
	F	$-0. 4085650 \times 10^{-2}$
	G	$0. 4376590 \times 10^{-3}$
	H	$-0. 2920160 \times 10^{-4}$

[0032]

Here, it is the value of conditional-expression (1) - (6),

(1) $TL/f=1.31$ (<1.6),

(2) $nu1=81.6$ (>45),

(3) $R4/R5=0.92$ ($0.7 < 0.92 < 2$),

(4) $R6/R7=1.67$ ($1 < 1.67 < 4$),

(5) $D5/f=0.02$ (<0.15),

(6) $D4/D6=1.04$ ($0.8 < 1.04 < 1.3$),

It became and all are satisfied.

[0033]

For 4.14mm and a back focus (air conversion), whenever [angle-of-emergence / of 1.58mm and an outermost angle beam of light] is [a lens overall length] ** in the condition that a back focus is not included in the above-mentioned example 1. 18.9degree ** and the f number are set to 3.95, a field angle sets it 60.4 degrees, it is a thin shape (the dimension of the direction of an optical axis is short), many aberration is amended good, and the high taking lens of the suitable optical-character ability for the image sensor of a high density pixel is obtained.

[0034]

Drawing 3 is the basic block diagram showing other operation gestalten of the taking lens concerning this invention. In this taking lens, the same configuration as the above-mentioned operation gestalt is made except having changed the specification of each lens.

[0035]

The example by the concrete numeric value of this operation gestalt is shown below as an example 2. The numeric data about the aspheric surface is shown [various numeric data (set point)] for the main specification items in an example 2 in Table 4 in Table 5 at Table 6, respectively. Moreover, the aberration diagram about the spherical aberration in this example 2, astigmatism, distortion aberration (distortion), and the chromatic aberration of magnification brings a result as shown in drawing 4. In addition, in drawing 4, in the aberration according [d] to d line, and F, the aberration by the F line and c show [H] the aberration by c line according [incidence height and Y'] to image height, respectively, and SC shows the dissatisfied amount of sine condition, further, DS shows the aberration in a sagittal plane and DT shows the aberration in a meridional plane.

[0036]

[Table 4]

物体距離	無限	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～第3レンズ後 端)	4. 4 0 mm
レンズ全系の焦 点距離 f	4. 3 2 mm	バックフォーカ ス (空気換算)	1. 7 9 mm
F N o	4. 0 0	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～像面；ガラス フィルタ5を含 む)	6. 3 6 mm
射出瞳位置	- 5. 3 0 mm	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～像面；ガラス フィルタ5無 し) TL	6. 1 9 mm
最外角光線の射 出角度	- 1 7. 8 °	画角 (2ω)	6 0. 6 °

[0037]

[Table 5]

面	曲率半径 (mm)	間隔 (mm)	屈折率(Nd)	アッベ数
S 1	R 1 ∞ (開口絞り)			
		D 1 0.000		
S 2	R 2 3.146	D 2 1.000	N 1 1.71300	ν 1 53.9
S 3	R 3 12.111			
		D 3 1.100		
S 4 *	R 4 -1.550	D 4 1.100	N 2 1.50914	ν 2 56.4
S 5 *	R 5 -1.345			
		D 5 0.200		
S 6 *	R 6 2.182	D 6 1.000	N 3 1.50914	ν 3 56.4
S 7 *	R 7 1.450			
		D 7 1.158		
S 8	∞	D 8 0.500	N 4 1.51680	ν 4 64.2
S 9	∞			
		B F 0.30		

*非球面

[Table 6]

面	非球面係数	
S 4	ϵ	-5. 2 1 2 1 2 3 6
	D	-0. 1 4 2 1 0 7 5
	E	0. 4 9 2 5 8 3 0 $\times 10^{-1}$
	F	-0. 1 8 9 6 3 5 8 $\times 10^{-2}$
	G	-0. 1 0 4 8 4 7 9 $\times 10^{-2}$
	H	0. 1 2 7 0 4 3 5 $\times 10^{-4}$
S 5	ϵ	0. 3 8 8 0 8 3 9
	D	-0. 9 0 1 3 8 5 2 $\times 10^{-2}$
	E	0. 9 4 7 7 6 2 6 $\times 10^{-2}$
	F	0. 4 0 4 5 3 6 7 $\times 10^{-2}$
	G	-0. 4 5 8 3 1 7 3 $\times 10^{-3}$
	H	0. 1 7 0 8 6 9 7 $\times 10^{-4}$
S 6	ϵ	-7. 1 0 2 2 4 3 4
	D	-0. 5 2 2 4 6 2 1 $\times 10^{-1}$
	E	0. 2 4 7 1 3 5 6 $\times 10^{-1}$
	F	-0. 5 3 6 2 6 1 7 $\times 10^{-2}$
	G	0. 3 4 1 2 7 7 5 $\times 10^{-3}$
	H	0. 1 3 6 8 4 7 7 $\times 10^{-4}$
S 7	ϵ	-3. 9 4 1 8 2 2 5
	D	-0. 4 6 6 7 4 8 2 $\times 10^{-1}$
	E	0. 1 4 6 9 9 2 7 $\times 10^{-1}$
	F	-0. 2 8 5 8 5 0 0 $\times 10^{-2}$
	G	0. 2 1 5 7 7 2 9 $\times 10^{-3}$
	H	-0. 2 5 8 6 0 0 1 $\times 10^{-5}$

[0039]

Here, it is the value of conditional expression (1) - (6),

- (1) $TL/f=1.43$ (<1.6),
- (2) $nu1=53.9$ (>45),
- (3) $R4/R5=1.15$ ($0.7 < 1.15 < 2$),
- (4) $R6/R7=1.50$ ($1 < 1.50 < 4$),
- (5) $D5/f=0.05$ (<0.15),
- (6) $D4/D6=1.1$ ($0.8 < 1.1 < 1.3$),

It became and all are satisfied.

[0040]

For 4.40mm and a back focus (air conversion), whenever [angle-of-emergence / of 1.79mm and an outermost angle beam of light] is [a lens overall length] ** in the condition that a back focus is not included in the above-mentioned example 2. 17.8degree ** and the f number are set to 4.00, a field angle sets it 60.6 degrees, it is a thin shape (the dimension of the direction of an optical axis is short), many aberration is amended good, and the high taking lens of the suitable optical-character ability for the image sensor of a high density pixel is obtained.

[0041]

Drawing 5 is the basic block diagram showing the operation gestalt of further others of the taking lens concerning this invention. In this taking lens, the same configuration as the above-mentioned operation gestalt is made except having changed the specification of each lens.

[0042]

The example by the concrete numeric value of this operation gestalt is shown below as an example 3. The numeric data about the aspheric surface is shown [various numeric data (set point)] for the main specification items in an example 3 in Table 7 in Table 8 at Table 9, respectively. Moreover, the aberration diagram about the spherical aberration in this example 3, astigmatism, distortion aberration (distortion), and the chromatic aberration of magnification brings a result as shown in drawing 6. In addition, in drawing 6, in the aberration according [d] to d line, and F, the aberration by the F line and c show [H] the aberration by c line according [incidence height and Y'] to image height, respectively, and SC shows the dissatisfied amount of sine condition, further, DS shows the aberration in a sagittal plane and DT shows the aberration in a meridional plane.

[0043]

[Table 7]

物体距離	無限	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～第3レンズ後 端)	4. 1 5 mm
レンズ全系の焦 点距離 f	4. 3 5 mm	バックフォーカ ス (空気換算)	1. 5 6 mm
F N o	3. 9 6	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～像面; ガラス フィルタ5を含 む)	5. 9 7 mm
射出瞳位置	- 4. 3 5 mm	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～像面; ガラス フィルタ5無 し) TL	5. 7 1 mm
最外角光線の射 出角度	- 1 8. 9 °	画角 (2ω)	6 0. 8 °

 [0044]

[Table 8]

面	曲率半径 (mm)	間隔 (mm)	屈折率(Nd)	アッベ数
S 1	R 1 ∞ (開口絞り)			
		D 1 0.100		
S 2	R 2 2.100	D 2 1.032	N 1 1.49700	ν 1 81.6
S 3	R 3 -22.790			
		D 3 0.821		
S 4 *	R 4 -1.318	D 4 1.097	N 2 1.50914	ν 2 56.4
S 5 *	R 5 -1.155			
		D 5 0.100		
S 6 *	R 6 4.766	D 6 1.000	N 3 1.50914	ν 3 56.4
S 7 *	R 7 1.546			
		D 7 0.769		
S 8	∞	D 8 0.750	N 4 1.51680	ν 4 64.2
S 9	∞			
		B F 0.30		

*非球面

[Table 9]

面	非球面係数	
S 4	ϵ	-0.670092
	D	-0.1125650
	E	0.1230170
	F	0.1566500×10^{-1}
	G	$-0.5996650 \times 10^{-1}$
	H	0.1961910×10^{-1}
S 5	ϵ	0.1765880
	D	$-0.2461630 \times 10^{-1}$
	E	0.5475240×10^{-1}
	F	0.8936770×10^{-2}
	G	$-0.3604610 \times 10^{-2}$
	H	$-0.2623760 \times 10^{-3}$
S 6	ϵ	-17.319785
	D	$-0.9529140 \times 10^{-1}$
	E	0.3618380×10^{-1}
	F	$-0.5356020 \times 10^{-2}$
	G	$-0.7287330 \times 10^{-4}$
	H	0.4659120×10^{-4}
S 7	ϵ	-1.1226510
	D	-0.1108290
	E	0.2459010×10^{-1}
	F	$-0.3897190 \times 10^{-2}$
	G	0.4121550×10^{-3}
	H	$-0.2685440 \times 10^{-4}$

[0046]

Here, it is the value of conditional-expression (1) - (6),

- (1) $TL/f=1.31$ (<1.6),
- (2) $nu1=81.6$ (>45),
- (3) $R4/R5=1.14$ ($0.7 < 1.14 < 2$),
- (4) $R6/R7=3.08$ ($1 < 3.08 < 4$),
- (5) $D5/f=0.02$ (<0.15),
- (6) $D4/D6=1.097$ ($0.8 < 1.097 < 1.3$),

It became and all are satisfied.

[0047]

For 4.15mm and a back focus (air conversion), whenever [angle-of-emergence / of 1.56mm and an outermost angle beam of light] is [a lens overall length] ** in the condition that a back focus is not included in the above-mentioned example 3. 18.9degree ** and the f number are set to 3.96, a field angle sets it 60.8 degrees, it is a thin shape (the dimension of the direction of an optical axis is short), many aberration is amended good, and the high taking lens of the suitable optical-character ability for the image sensor of a high density pixel is obtained.

[0048]

[Effect of the Invention]

The thin taking lens with which many aberration was amended good can be obtained with the simple configuration of three groups [three], canceling the KERARE phenomenon in an image sensor etc. and attaining miniaturization, lightweight-izing, and low cost-ization etc. according to the taking lens of this invention, as stated above. Especially, whenever [angle-of-emergence / of a beam of light] is 20 or less degrees, a back focus with a lens overall length as suitable short moreover as 4.5 (in the condition that a back focus is not included)mm or less can be secured, many aberration is amended good, and the suitable small thin taking lens for a high density image sensor 1 million pixels or more can be obtained.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing 1 operation gestalt of the taking lens concerning this invention.

[Drawing 2] Each aberration Fig. of the spherical aberration of the taking lens concerning an example 1, astigmatism, distortion aberration, and the chromatic aberration of magnification is shown.

[Drawing 3] It is the block diagram showing other operation gestalten of the taking lens concerning this invention.

[Drawing 4] Each aberration Fig. of the spherical aberration of the taking lens concerning an example 2, astigmatism, distortion aberration, and the chromatic aberration of magnification is shown.

[Drawing 5] It is the block diagram showing the operation gestalt of further others of the taking lens concerning this invention.

[Drawing 6] Each aberration Fig. of the spherical aberration of the taking lens concerning an example 3, astigmatism, distortion aberration, and the chromatic aberration of magnification is shown.

[Description of Notations]

1 Aperture Diaphragm

2 1st Lens

3 2nd Lens

4 3rd Lens

5 Glass Filter

D1-D8 Spacing on an optical axis

BF Back focus

R1-R9 Radius of curvature

S1 - S9 Field

L Optical axis

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing 1 operation gestalt of the taking lens concerning this invention.

[Drawing 2] Each aberration Fig. of the spherical aberration of the taking lens concerning an example 1, astigmatism, distortion aberration, and the chromatic aberration of magnification is shown.

[Drawing 3] It is the block diagram showing other operation gestalten of the taking lens concerning this invention.

[Drawing 4] Each aberration Fig. of the spherical aberration of the taking lens

concerning an example 2, astigmatism, distortion aberration, and the chromatic aberration of magnification is shown.

[Drawing 5] It is the block diagram showing the operation gestalt of further others of the taking lens concerning this invention.

[Drawing 6] Each aberration Fig. of the spherical aberration of the taking lens concerning an example 3, astigmatism, distortion aberration, and the chromatic aberration of magnification is shown.

[Description of Notations]

1 Aperture Diaphragm

2 1st Lens

3 2nd Lens

4 3rd Lens

5 Glass Filter

D1-D8 Spacing on an optical axis

BF Back focus

R1-R9 Radius of curvature

S1 - S9 Field

L Optical axis

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-212467

(P2004-212467A)

(43) 公開日 平成16年7月29日(2004.7.29)

(51) Int.Cl.⁷

G02B 13/00

G02B 13/18

F1

G02B 13/00

G02B 13/18

テーマコード(参考)

2H087

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2002-379401 (P2002-379401)
(22) 出願日 平成14年12月27日(2002.12.27)(71) 出願人 000001225
日本電産コパル株式会社
東京都板橋区志村2丁目18番10号
(74) 代理人 100106312
弁理士 山本 敬敏
(72) 発明者 竹内 穂高
東京都板橋区志村2丁目18番10号
日本電産コパル株式会
社内
(72) 発明者 石川 洋一
東京都板橋区志村2丁目18番10号
日本電産コパル株式会
社内

最終頁に続く

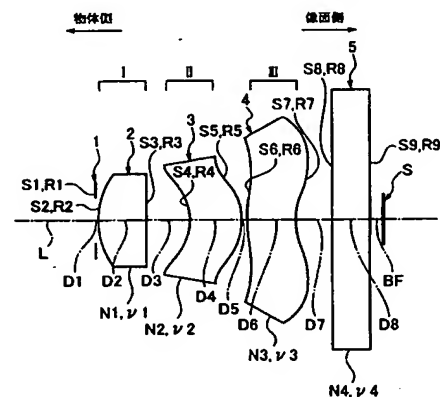
(54) 【発明の名称】 撮影レンズ

(57) 【要約】

【課題】 モバイルカメラ等に適用される撮影レンズの薄型化を図る。

【解決手段】 物体側から像面側に向けて順に、所定の口径をもつ開口絞り1、物体側に凸面S2を向け正の屈折力を有する第1レンズ2、物体側に凹面S4を向け正の屈折力を有し両面S4、S5が非球面をなす第2レンズ3、物体側に凸面S6を向け負の屈折力を有し両面S6、S7が非球面をなす第3レンズ4により、撮影レンズを構成する。このように、3群3枚のレンズ構成とすることにより、適切なバックフォーカスが確保され、諸収差が良好に補正され、レンズ全長が短く、100万画素以上の高密度撮像素子に適応した薄型の撮影レンズが得られる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像面側に向けて順に、
 所定の口径をもつ開口絞りと、
 物体側に凸面を向け正の屈折力を有する第 1 レンズと、
 物体側に凹面を向け正の屈折力を有する第 2 レンズと、
 物体側に凸面を向け負の屈折力を有する第 3 レンズと、
 を含むことを特徴とする撮影レンズ。

【請求項 2】

前記第 2 レンズ及び第 3 レンズは、物体側及び像面側の両面に非球面を有する、
 ことを特徴とする請求項 1 記載の撮影レンズ。

10

【請求項 3】

前記第 3 レンズは、像面側に非球面を有しかつ途中に変曲点をもつように形成されている、
 ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の撮影レンズ。

【請求項 4】

前記第 2 レンズは、物体側に非球面を有しかつ周辺部に向かうに連れて屈折力が小さくなるように形成されている、
 ことを特徴とする請求項 1 ないし 3 いずれかに記載の撮影レンズ。

【請求項 5】

前記第 2 レンズ及び第 3 レンズは、樹脂材料により形成されている、
 ことを特徴とする請求項 1 ないし 4 いずれかに記載の撮影レンズ。

20

【請求項 6】

レンズ全系の焦点距離を f 、前記開口絞りの物体側前面から被写体が結像される像面までのレンズ系の全長を TL とするとき、

$$(1) \quad TL/f < 1.6,$$

を満足することを特徴とする請求項 1 ないし 5 いずれかに記載の撮影レンズ。

【請求項 7】

前記第 1 レンズのアッベ数を v_1 とするとき、

$$(2) \quad v_1 > 45,$$

を満足することを特徴とする請求項 1 ないし 6 いずれかに記載の撮影レンズ。

30

【請求項 8】

前記第 2 レンズの物体側の面の曲率半径を R_4 、前記第 2 レンズの像面側の面の曲率半径を R_5 、前記第 3 レンズの物体側の面の曲率半径を R_6 、前記第 3 レンズの像面側の面の曲率半径を R_7 とするとき、

$$(3) \quad 0.7 < |R_4|/|R_5| < 2,$$

$$(4) \quad 1 < R_6/R_7 < 4,$$

を満足することを特徴とする請求項 1 ないし 7 いずれかに記載の撮影レンズ。

【請求項 9】

前記第 2 レンズと前記第 3 レンズとの光軸方向における間隔を D_5 、レンズ全系の焦点距離を f とするとき、

$$(5) \quad D_5/f < 0.15,$$

を満足することを特徴とする請求項 1 ないし 8 いずれかに記載の撮影レンズ。

40

【請求項 10】

前記第 2 レンズの光軸方向における肉厚を D_4 、前記第 3 レンズの光軸方向における肉厚を D_6 とするとき、

$$(6) \quad 0.8 < D_4/D_6 < 1.3,$$

を満足することを特徴とする請求項 1 ないし 9 いずれかに記載の撮影レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

50

【発明の属する技術分野】

本発明は、ＣＣＤ等の撮像素子を備えた携帯電話機、携帯情報端末機（ＰＤＡ）、携帯型パーソナルコンピュータ等のモバイルカメラ、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ等に適用される撮影レンズに関する。

【０００２】**【従来の技術】**

ＣＣＤ等の撮像素子に適用される撮影レンズとしては、例えば監視用カメラ等の如く動画を撮影するために適用されるものが知られている。この監視用カメラは、主として動画の撮影に供され、その撮像素子の画素数も比較的少ないことから、レンズそのものに高い光学性能は必要とされていなかった。

10

従来の監視用カメラ、ビデオカメラ等に用いられていた撮像素子では、銀塩フィルム式のカメラに比べて撮影画像の画質の悪さが指摘されていたが、近年における撮像素子の著しい技術進歩により、銀塩フィルム式のカメラによる画像に近い画質のものが得られるようになってきている。と同時に、撮像素子の小型化、高密度化等が達成され、デジタルスチルカメラ等に適用される撮影レンズとしては、高性能であると同時に、小型、薄型、安価であることが強く望まれている。

【０００３】

一方、携帯電話機、携帯情報端末機（ＰＤＡ）等に用いられる撮影レンズは、レンズの構成枚数が１～２枚程度と非常に小型で薄型になっているものの、１０万画素～３５万画素程度の比較的低密度の撮像素子に対応するものであって、得られる画像としては十分満足

20

されるものではなかった。また、ＣＣＤ等の撮像素子には、従来から光を効率良く使う為に撮像素子の表面にマイクロレンズが設けられている。それ故に、撮像素子に入射する光線角度が大き過ぎると、ケラレ現象を生じて光が撮像素子に入っていない。そこで、これらに適用される撮影レンズとしては、射出瞳が像面から十分離れており、光線が撮像素子に入射する角度、すなわち射出角度を小さくしてテレセントリック性を良くしたものが一般的であった（例えば、特許文献１、特許文献２、特許文献３、特許文献４、特許文献５、特許文献６、特許文献７参照）。

【０００４】**【特許文献１】**

30

特開平２０００－１７１６９７号公報

【特許文献２】

特開平２００１－１３３６８４号公報

【特許文献３】

特開平２００２－９８８８８号公報

【特許文献４】

特開平２００２－１６２５６１号公報

【特許文献５】

特開平０５－４０２２０号公報

【特許文献６】

40

特開平０５－１５７９６２号公報

【特許文献７】

特開平０５－１８８２８４号公報

【０００５】**【発明が解決しようとする課題】**

ところで、近年における撮像素子の著しい技術進歩により、より小型で、より薄型で、より高解像で、より安価な撮影レンズが要望されているものの、従来の撮影レンズではテレセントリック性を良くするが故にレンズ全長が比較的長くなり、より薄型化という点では適していなかった。

一方、従来の撮像素子では光線の射出角度の限界により制約を受けて、撮影レンズをそれ

50

程薄く（レンズ系全長をそれ程短く）はできなかったが、マイクロレンズを工夫することにより、光線の射出角度が20度位までのものでも使用できるようになってきた。したがって、このようなマイクロレンズをもつ撮像素子に適した、より薄型の撮影レンズが要望されている。

【0006】

本発明は、上記の点に鑑みて成されたものであり、その目的とするところは、ケラレ現象等を解消しつつ、非常に簡略なレンズ構成で、小型化、薄型化、軽量化、低コスト化等が図れ、非球面を施す位置を適切に選定することにより、携帯電話機、携帯情報端末機等のモバイルカメラ、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ等に搭載される100万画素以上の高密度な撮像素子に対応できる高性能な撮影レンズを提供することにある。

10

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明の撮影レンズは、物体側から像面側に向けて順に、所定の口径をもつ開口絞りと、物体側に凸面を向け正の屈折力を有する第1レンズと、物体側に凹面を向け正の屈折力を有する第2レンズと、物体側に凸面を向け負の屈折力を有する第3レンズと、を含むことを特徴としている。

この構成によれば、先端に開口絞りを配置し、第1レンズ及び第2レンズが正の屈折力を有し、第3レンズが負の屈折力を有する3群3枚のレンズ構成とすることにより、適切なバックフォーカスが確保され、レンズ全長が短い薄型の撮影レンズを得ることができる。

20

【0008】

上記構成において、第2レンズ及び第3レンズは、物体側及び像面側の両面に非球面を有する、構成を採用できる。

この構成によれば、レンズ系の全長が短くされ、小型化されるに連れて各収差の補正が困難になり又射出角度も大きくなる点を有効に改善しつつ、高密度撮像素子に適応し、光線の射出角度が24度以下で、諸収差が良好に補正された撮影レンズを得ることができる。

【0009】

上記構成において、第3レンズは、像面側に非球面を有しかつ途中に変曲点をもつように形成されている、構成を採用できる。

この構成によれば、非球面の有効範囲内において、径方向の外側に向かう途中の位置に凹状から凸状に変化する変曲点を設けることで、諸収差、特に非点収差、歪曲収差を良好に補正しつつ、射出角度を小さくすることができる。

30

【0010】

上記構成において、第2レンズは、物体側に非球面を有しかつ周辺部に向かうに連れて屈折力が小さくなるように形成されている、構成を採用できる。

この構成によれば、諸収差、特に非点収差、コマ収差の補正が容易になり、かつ、良好に補正することができる。

【0011】

上記構成において、第2レンズ及び第3レンズは、樹脂材料により形成されている、構成を採用できる。

この構成によれば、樹脂材料とすることで生産コストを低減でき、軽量化も行える。また、樹脂材料で形成する場合射出成形にて行われるため、変曲点を有する湾曲面等の複雑な形状も容易に形成することができる。

40

【0012】

上記構成において、レンズ全系の焦点距離を f 、開口絞りの物体側前面から被写体が結像される像面までのレンズ系の全長を TL とするとき、

$$(1) \quad TL/f < 1.6、$$

を満足する、構成を採用できる。

この構成によれば、レンズ全系の焦点距離とレンズ系の全長との関係を(1)式の如く定めることにより、撮影レンズの小型化、薄型化を容易に達成することができる。

【0013】

50

上記構成において、第1レンズのアップ数を v_1 とすると、

$$(2) \quad v_1 > 45,$$

を満足する、構成を採用できる。

この構成によれば、第1レンズのアップ数を(2)式の如く定めることにより、特に軸上色収差、倍率色収差を良好に補正することができる。

【0014】

上記構成において、第2レンズの物体側の面の曲率半径を R_4 、第2レンズの像面側の面の曲率半径を R_5 、第3レンズの物体側の面の曲率半径を R_6 、第3レンズの像面側の面の曲率半径を R_7 とすると、

$$(3) \quad 0.7 < |R_4| / |R_5| < 2,$$

$$(4) \quad 1 < R_6 / R_7 < 4,$$

を満足する、構成を採用できる。

この構成によれば、第2レンズの曲率半径が(3)式を満たすように形成し、第3レンズの曲率半径が(4)式を満たすように形成することにより、適切なバックフォーカスを確保しつつ、諸収差、特に非点収差、歪曲収差を良好に補正することができ、良好な光学特性が得られる。

【0015】

上記構成において、第2レンズと前記第3レンズとの光軸方向における間隔を D_5 、レンズ全系の焦点距離を f とすると、

$$(5) \quad D_5 / f < 0.15,$$

を満足する、構成を採用できる。

この構成によれば、第2レンズと第3レンズとの間隔が(5)式を満たすように形成することにより、諸収差、特に非点収差、歪曲収差を良好に補正することができる。

【0016】

上記構成において、第2レンズの光軸方向における肉厚を D_4 、第3レンズの光軸方向における肉厚を D_6 とすると、

$$(6) \quad 0.8 < D_4 / D_6 < 1.3,$$

を満足する、構成を採用できる。

この構成によれば、第2レンズ及び第3レンズの肉厚が(6)式を満たすように形成することにより、適切なバックフォーカスを確保しつつ、諸収差、特に非点収差を良好に補正することができ、良好な光学特性が得られる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照しつつ説明する。

図1は、本発明に係る撮影レンズの一実施形態を示す基本構成図である。この実施形態に係る撮影レンズは、図1に示すように、物体側から像面側に向けて、所定の口径をもつ開口絞り1と、第1レンズ群(I)と、第2レンズ群(II)と、第3レンズ群(III)とが順次に配列されている。

【0018】

第1レンズ群(I)は、物体側に凸面を向け正の屈折力を有する第1レンズ2により形成されている。第2レンズ群(II)は、物体側に凹面を向け正の屈折力を有する第2レンズ3により形成されている。第3レンズ群(III)は、物体側に凸面を向け負の屈折力を有する第3レンズ4により形成されている。

この配列構成において、第3レンズ4よりも像面側寄りには、赤外線カットフィルタ、ローパスフィルタ等としての平行平板からなるガラスフィルタ5が配置され、さらに後方にはCCD等の像面Sが配置されることになる。

【0019】

尚、開口絞り1、第1レンズ2、第2レンズ3、第3レンズ4、ガラスフィルタ5からなる配列構成においては、図1に示すように、開口絞り1、レンズ2~4、ガラスフィルタ5のそれぞれの面を S_i ($i=1 \sim 9$)、それぞれの面 S_i の曲率半径を R_i ($i=1 \sim$

10

20

30

40

50

9)、d線に対する第1レンズ2～第3レンズ4の屈折率を N_i ($i=1\sim3$)及びアッペ数を v_i ($i=1\sim3$)、ガラスフィルタ5のd線に対する屈折率を N_4 及びアッペ数を v_4 で表す。さらに、開口絞り1からガラスフィルタ5までのそれぞれの光軸方向Lにおける間隔(厚さ、空気間隔)を D_i ($i=1\sim8$)、バックフォーカスをBFで表す。

【0020】

ここで、レンズ全系の焦点距離を f 、開口絞り1の物体側前面S1から被写体が結像される像面Sまで(バックフォーカスは空気換算距離)の距離をTLとすると、下記条件式(1)、

$$(1) \quad TL/f < 1.6,$$

を満足するように構成されている。

条件式(1)は、レンズ全系の光軸方向の寸法とレンズ全系の焦点距離との適切な比を定めたものであり、レンズの薄型化に関する条件である。この TL/f の値が1.6未満となるように形成することにより、小型化、薄型化が容易に達成される。

【0021】

第1レンズ2は、ガラス材料により形成されており、そのアッペ数 v_1 が、下記条件式(2)、

$$(2) \quad v_1 > 45,$$

を満足するように構成されている。

条件式(2)は、第1レンズ2の適切なアッペ数を定めたものであり、この条件式を満たさないと、特に軸上色収差、倍率色収差が大きくなってしまう。したがって、この条件式を満足することにより、軸上色収差、倍率色収差を良好に補正することができる。

【0022】

第2レンズ3は、物体側に凹面を像面側に凸面を向けたレンズであり、ここでは樹脂材料により形成されている。また、第2レンズ3は、物体側及び像面側の両面S4、S5が非球面に形成されている。さらに、第2レンズ3の物体側の面S4に形成された非球面は、周辺部に向かうに連れて屈折力が小さくなるように形成されている。

レンズ全長が短くなり、小型化されるに連れて、各収差の補正が非常に困難になり、射出角度も非常に大きくなってしまう傾向にあるが、第2レンズ3の両面S4、S5を非球面とすることにより、適切なバックフォーカスを確保しつつ、諸収差を良好に補正することができる。特に、周辺部の屈折力を小さくすることにより、非点収差、コマ収差を容易に補正することができる。

【0023】

第3レンズ4は、物体側に凸面を像面側の凹面を向けたレンズであり、ここでは樹脂材料により形成されている。また、第3レンズ4は、物体側及び像面側の両面S6、S7が非球面に形成されている。さらに、第3レンズ4の像面側に形成された非球面は、中心から径方向外側に向かう途中に凹状から凸状に変化する変曲点をもつように形成されている。この場合も前述同様に、レンズ全長が短くなり、小型化されるに連れて、各収差の補正が非常に困難になり、射出角度も非常に大きくなってしまう傾向にあるが、第3レンズ4の両面S6、S7を非球面とすることにより、適切なバックフォーカスを確保しつつ、諸収差を良好に補正することができる。

特に、変曲点を設けた形状とすることにより、非点収差、歪曲収差を良好に補正しつつ、射出角度を小さくすることができ、中心と周辺の像面を容易に一致させることができる。

【0024】

ここで、第2レンズ3及び第3レンズ4に形成する非球面を表す式は、次式で規定される。

$$Z = Cy^2 / [1 + (1 - \epsilon C^2 y^2)^{1/2}] + Dy^4 + Ey^6 + Fy^8 + Gy^{10} + Hy^{12},$$

ただし、Z：非球面の頂点における接平面から、光軸Lからの高さがyの非球面上の点までの距離、y：光軸Lからの高さ、C：非球面の頂点における曲率($1/R$)、 ϵ ：円錐定数、D、E、F、G、H：非球面係数である。

【0025】

また、上記構成において、第2レンズ3と第3レンズ4とは、第2レンズ3の曲率半径 R_4 、 R_5 、第3レンズ4の曲率半径 R_6 、 R_7 が、下記条件式 (3)、(4)、

$$(3) \quad 0.7 < |R_4| / |R_5| < 2、$$

$$(4) \quad 1 < R_6 / R_7 < 4、$$

を満足するように構成されている。

条件式 (3)、(4) は、第2レンズ3及び第3レンズ4において良好な光学特性を達成するべく、レンズの適切な曲率半径の比を定めたものである。これらの条件式を満たさないと、適切なバックフォーカスを確保するのが困難になり、又、諸収差、特に非点収差、歪曲収差の補正が困難になる。したがって、これらの条件式を満足することにより、適切なバックフォーカスを確保することができ、又、諸収差を良好に補正することができ十分

10

【0026】

また、第2レンズ3と第3レンズ4とは、光軸方向における両者の間隔 D_5 、レンズ全系の焦点距離 f が、下記条件式 (5)、

$$(5) \quad D_5 / f < 0.15、$$

を満足するように構成されている。

条件式 (5) は、第2レンズ3と第3レンズ4との光軸方向における適切なレンズ間隔を定めたものである。この条件式を満たさないと、射出瞳までの距離が長くなり、撮像素子に入射する光線の角度が小さくなるため有利ではあるが、レンズ系の全長が長くなると同時に、第3レンズ4の外径も大きくなってしまいうため好ましくなく、又、特に、非点収差、歪曲収差の補正が困難になる。したがって、この条件式を満足することにより、薄型化、小型化を達成しつつ、諸収差、特に非点収差、歪曲収差を良好に補正することができる

20

【0027】

さらに、第2レンズ3と第3レンズ4とは、第2レンズ3の肉厚 D_4 及び第3レンズ4の肉厚 D_6 が、下記条件式 (6)、

$$(6) \quad 0.8 < D_4 / D_6 < 1.3、$$

を満足するように構成されている。

条件式 (6) は、第2レンズ3と第3レンズ4との光軸上にける適切な肉厚比を定めたものである。この条件式を満たさないと、適切なバックフォーカスの確保が困難になり、又、諸収差、特に非点収差の補正が困難になる。したがって、この条件式を満足することにより、適切なバックフォーカスが確保され、諸収差、特に非点収差を良好に補正することができ、良好な光学特性が得られる。

30

【0028】

上記構成からなる実施形態の具体的な数値による実施例を、実施例1として以下に示す。実施例1における主な仕様諸元は表1に、種々の数値データ(設定値)は表2に、非球面に関する数値データは表3にそれぞれ示される。また、この実施例1における球面収差、非点収差、歪曲収差(ディストーション)、倍率色収差に関する収差線図は、図2に示されるような結果となる。尚、図2において、 H は入射高さ、 Y' は像高さ、 d は d 線による収差、 F は F 線による収差、 c は c 線による収差をそれぞれ示し、又、 SC は正弦条件の不満足量を示し、さらに、 DS はサジタル平面での収差、 DT はメリジオナル平面での収差を示す。

40

【0029】

【表1】

物体距離	無限	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～第3レンズ後 端)	4. 1 4 mm
レンズ全系の焦 点距離 f	4. 3 5 mm	バックフォーカ ス (空気換算)	1. 5 8 mm
F N o	3. 9 5	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～像面；ガラス フィルタ5を含 む)	5. 9 7 mm
射出瞳位置	- 4. 4 1 mm	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～像面；ガラス フィルタ5無 し) TL	5. 7 2 mm
最外角光線の射 出角度	- 1 8. 9 °	画角 (2ω)	6 0. 4 °

10

20

【 0 0 3 0 】

【 表 2 】

面	曲率半径 (mm)	間隔 (mm)	屈折率 (N _d)	アッベ数
S 1	R 1 ∞ (開口絞り)			
		D 1 0.050		
S 2	R 2 2.100	D 2 1.013	N 1 1.49700	ν 1 81.6
S 3	R 3 -31.041			
		D 3 0.840		
S 4 *	R 4 -1.307	D 4 1.090	N 2 1.50914	ν 2 56.4
S 5 *	R 5 -1.415			
		D 5 0.100		
S 6 *	R 6 2.620	D 6 1.045	N 3 1.50914	ν 3 56.4
S 7 *	R 7 1.573			
		D 7 0.783		
S 8	∞	D 8 0.750	N 4 1.51680	ν 4 64.2
S 9	∞			
		B F 0.30		

*非球面

【 0 0 3 1 】

【 表 3 】

10

20

30

40

面	非球面係数	
S4	ϵ	-1.6013550
	D	-0.1373080
	E	0.9609190×10^{-1}
	F	0.2122470×10^{-1}
	G	$-0.4222570 \times 10^{-1}$
	H	0.1276420×10^{-1}
S5	ϵ	0.4005340
	D	$-0.7267790 \times 10^{-1}$
	E	0.6589860×10^{-1}
	F	0.7947910×10^{-2}
	G	$-0.4892700 \times 10^{-2}$
	H	0.3645610×10^{-3}
S6	ϵ	-2.8115860
	D	-0.1355510
	E	0.4805600×10^{-1}
	F	$-0.6459320 \times 10^{-2}$
	G	$-0.1636780 \times 10^{-3}$
	H	0.5901350×10^{-4}
S7	ϵ	-0.3867960
	D	-0.1251790
	E	0.2677310×10^{-1}
	F	$-0.4085650 \times 10^{-2}$
	G	0.4376590×10^{-3}
	H	$-0.2920160 \times 10^{-4}$

10

20

30

40

【0032】

ここで、条件式(1)～(6)の値は、

(1) $TL/f = 1.31 (< 1.6)$ 、

(2) $v1 = 81.6 (> 45)$ 、

(3) $|R4|/|R5| = 0.92 (0.7 < 0.92 < 2)$ 、

(4) $R6/R7 = 1.67 (1 < 1.67 < 4)$ 、

(5) $D5/f = 0.02 (< 0.15)$ 、

(6) $D4/D6 = 1.04 (0.8 < 1.04 < 1.3)$ 、

となり、全て満足している。

50

【 0 0 3 3 】

上記実施例 1 においては、バックフォーカスを含まない状態でレンズ全長が 4. 1 4 m m、バックフォーカス（空気換算）が 1. 5 8 m m、最外角光線の射出角度が -18.9° 、F ナンバーが 3. 9 5、画角が 60.4° となり、薄型（光軸方向の寸法が短い）で、諸収差が良好に補正され、高密度画素の撮像素子に好適な光学性能の高い撮影レンズが得られる。

【 0 0 3 4 】

図 3 は、本発明に係る撮影レンズの他の実施形態を示す基本構成図である。この撮影レンズでは、それぞれのレンズの仕様を変更した以外は、前述の実施形態と同様の構成をなすものである。

【 0 0 3 5 】

この実施形態の具体的な数値による実施例を、実施例 2 として以下に示す。実施例 2 における主な仕様諸元は表 4 に、種々の数値データ（設定値）は表 5 に、非球面に関する数値データは表 6 にそれぞれ示される。また、この実施例 2 における球面収差、非点収差、歪曲収差（ディストーション）、倍率色収差に関する収差線図は、図 4 に示されるような結果となる。尚、図 4 において、H は入射高さ、Y' は像高さ、d は d 線による収差、F は F 線による収差、c は c 線による収差をそれぞれ示し、又、S C は正弦条件の不満足量を示し、さらに、D S はサジタル平面での収差、D T はメリジオナル平面での収差を示す。

【 0 0 3 6 】

【表 4】

物体距離	無限	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～第 3 レンズ後 端)	4. 4 0 m m
レンズ全系の焦点距離 f	4. 3 2 m m	バックフォーカス (空気換算)	1. 7 9 m m
F N o	4. 0 0	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～像面；ガラス フィルタ 5 を含 む)	6. 3 6 m m
射出瞳位置	- 5. 3 0 m m	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～像面；ガラス フィルタ 5 無 し) T L	6. 1 9 m m
最外角光線の射出角度	- 1 7. 8 °	画角 (2 ω)	6 0. 6 °

【 0 0 3 7 】

【表 5】

面	曲率半径 (mm)	間隔 (mm)	屈折率 (Nd)	アッペ数
S1	R1 ∞ (開口絞り)			
		D1 0.000		
S2	R2 3.146	D2 1.000	N1 1.71300	ν 1 53.9
S3	R3 12.111			
		D3 1.100		
S4 *	R4 -1.550	D4 1.100	N2 1.50914	ν 2 56.4
S5 *	R5 -1.345			
		D5 0.200		
S6 *	R6 2.182	D6 1.000	N3 1.50914	ν 3 56.4
S7 *	R7 1.450			
		D7 1.158		
S8	∞	D8 0.500	N4 1.51680	ν 4 64.2
S9	∞			
		BF 0.30		

*非球面

【0038】

【表6】

10

20

30

40

面	非球面係数	
S 4	ϵ	-5.2121236
	D	-0.1421075
	E	0.4925830×10^{-1}
	F	$-0.1896358 \times 10^{-2}$
	G	$-0.1048479 \times 10^{-2}$
	H	0.1270435×10^{-4}
S 5	ϵ	0.3880839
	D	$-0.9013852 \times 10^{-2}$
	E	0.9477626×10^{-2}
	F	0.4045367×10^{-2}
	G	$-0.4583173 \times 10^{-3}$
	H	0.1708697×10^{-4}
S 6	ϵ	-7.1022434
	D	$-0.5224621 \times 10^{-1}$
	E	0.2471356×10^{-1}
	F	$-0.5362617 \times 10^{-2}$
	G	0.3412775×10^{-3}
	H	0.1368477×10^{-4}
S 7	ϵ	-3.9418225
	D	$-0.4667482 \times 10^{-1}$
	E	0.1469927×10^{-1}
	F	$-0.2858500 \times 10^{-2}$
	G	0.2157729×10^{-3}
	H	$-0.2586001 \times 10^{-5}$

10

20

30

40

【0039】

ここで、条件式(1)～(6)の値は、

(1) $TL/f = 1.43 (< 1.6)$ 、

(2) $v_1 = 53.9 (> 45)$ 、

(3) $|R_4|/|R_5| = 1.15 (0.7 < 1.15 < 2)$ 、

(4) $R_6/R_7 = 1.50 (1 < 1.50 < 4)$ 、

(5) $D_5/f = 0.05 (< 0.15)$ 、

(6) $D_4/D_6 = 1.1 (0.8 < 1.1 < 1.3)$ 、

となり、全て満足している。

50

【0040】

上記実施例2においては、バックフォーカスを含まない状態でレンズ全長が4.40mm、バックフォーカス（空気換算）が1.79mm、最外角光線の射出角度が -17.8° 、Fナンバーが4.00、画角が 60.6° となり、薄型（光軸方向の寸法が短い）で、諸収差が良好に補正され、高密度画素の撮像素子に好適な光学性能の高い撮影レンズが得られる。

【0041】

図5は、本発明に係る撮影レンズのさらに他の実施形態を示す基本構成図である。この撮影レンズでは、それぞれのレンズの仕様を変更した以外は、前述の実施形態と同様の構成をなすものである。

10

【0042】

この実施形態の具体的な数値による実施例を、実施例3として以下に示す。実施例3における主な仕様諸元は表7に、種々の数値データ（設定値）は表8に、非球面に関する数値データは表9にそれぞれ示される。また、この実施例3における球面収差、非点収差、歪曲収差（ディストーション）、倍率色収差に関する収差線図は、図6に示されるような結果となる。尚、図6において、Hは入射高さ、Y'は像高さ、dはd線による収差、FはF線による収差、cはc線による収差をそれぞれ示し、又、SCは正弦条件の不満足量を示し、さらに、DSはサジタル平面での収差、DTはメリジオナル平面での収差を示す。

【0043】

【表7】

20

物体距離	無限	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～第3レンズ後 端)	4.15mm
レンズ全系の焦点距離f	4.35mm	バックフォーカス (空気換算)	1.56mm
FNo	3.96	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～像面；ガラス フィルタ5を含む)	5.97mm
射出瞳位置	-4.35mm	レンズ系全長 (開口絞り前面 ～像面；ガラス フィルタ5無し) TL	5.71mm
最外角光線の射出角度	-18.9°	画角 (2ω)	60.8°

30

40

【0044】

【表8】

面	曲率半径 (mm)	間隔 (mm)	屈折率 (Nd)	アッペ数
S 1	R 1 ∞ (開口絞り)			
		D 1 0.100		
S 2	R 2 2.100	D 2 1.032	N 1 1.49700	ν 1 81.6
S 3	R 3 -22.790			
		D 3 0.821		
S 4 *	R 4 -1.318	D 4 1.097	N 2 1.50914	ν 2 56.4
S 5 *	R 5 -1.155			
		D 5 0.100		
S 6 *	R 6 4.766	D 6 1.000	N 3 1.50914	ν 3 56.4
S 7 *	R 7 1.546			
		D 7 0.769		
S 8	∞	D 8 0.750	N 4 1.51680	ν 4 64.2
S 9	∞			
		B F 0.30		

*非球面

【 0 0 4 5 】

【 表 9 】

10

20

30

40

面	非球面係数	
S 4	ϵ	-0.670092
	D	-0.1125650
	E	0.1230170
	F	0.1566500×10^{-1}
	G	$-0.5996650 \times 10^{-1}$
	H	0.1961910×10^{-1}
S 5	ϵ	0.1765880
	D	$-0.2461630 \times 10^{-1}$
	E	0.5475240×10^{-1}
	F	0.8936770×10^{-2}
	G	$-0.3604610 \times 10^{-2}$
	H	$-0.2623760 \times 10^{-3}$
S 6	ϵ	-17.319785
	D	$-0.9529140 \times 10^{-1}$
	E	0.3618380×10^{-1}
	F	$-0.5356020 \times 10^{-2}$
	G	$-0.7287330 \times 10^{-4}$
	H	0.4659120×10^{-4}
S 7	ϵ	-1.1226510
	D	-0.1108290
	E	0.2459010×10^{-1}
	F	$-0.3897190 \times 10^{-2}$
	G	0.4121550×10^{-3}
	H	$-0.2685440 \times 10^{-4}$

10

20

30

40

【0046】

ここで、条件式(1)～(6)の値は、

(1) $TL/f = 1.31 (< 1.6)$ 、

(2) $v_1 = 81.6 (> 45)$ 、

(3) $|R_4|/|R_5| = 1.14 (0.7 < 1.14 < 2)$ 、

(4) $R_6/R_7 = 3.08 (1 < 3.08 < 4)$ 、

(5) $D_5/f = 0.02 (< 0.15)$ 、

(6) $D_4/D_6 = 1.097 (0.8 < 1.097 < 1.3)$ 、

となり、全て満足している。

【0047】

50

上記実施例 3 においては、バックフォーカスを含まない状態でレンズ全長が 4.15 mm、バックフォーカス（空気換算）が 1.56 mm、最外角光線の射出角度が $1 - 18.9^\circ$ 、F ナンバーが 3.96、画角が 60.8° となり、薄型（光軸方向の寸法が短い）で、諸収差が良好に補正され、高密度画素の撮像素子に好適な光学性能の高い撮影レンズが得られる。

【0048】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明の撮影レンズによれば、撮像素子におけるケラレ現象等を解消し、小型化、軽量化、低コスト化等を達成しつつ、3群3枚の簡略な構成で、諸収差が良好に補正された薄型の撮影レンズを得ることができる。

特に、光線の射出角度が 20 度以下で、レンズ全長が（バックフォーカスを含まない状態で）4.5 mm 以下と短く、しかも適切なバックフォーカスを確保でき、諸収差が良好に補正され、100 万画素以上の高密度撮像素子に好適な小型で薄型の撮影レンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る撮影レンズの一実施形態を示す構成図である。

【図 2】実施例 1 に係る撮影レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差の各収差図を示す。

【図 3】本発明に係る撮影レンズの他の実施形態を示す構成図である。

【図 4】実施例 2 に係る撮影レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差の各収差図を示す。

【図 5】本発明に係る撮影レンズのさらに他の実施形態を示す構成図である。

【図 6】実施例 3 に係る撮影レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差の各収差図を示す。

【符号の説明】

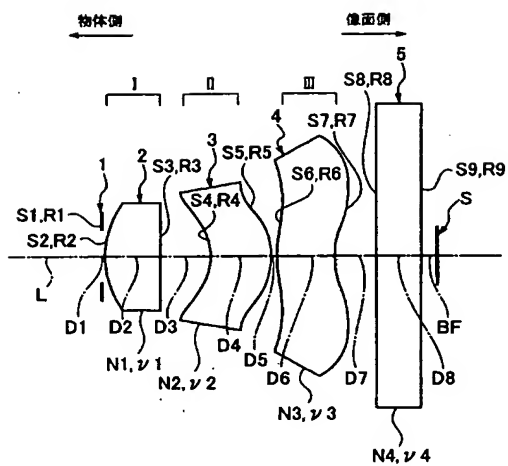
- 1 開口絞り
- 2 第 1 レンズ
- 3 第 2 レンズ
- 4 第 3 レンズ
- 5 ガラスフィルタ
- D 1 ～ D 8 光軸上の間隔
- B F バックフォーカス
- R 1 ～ R 9 曲率半径
- S 1 ～ S 9 面
- L 光軸

10

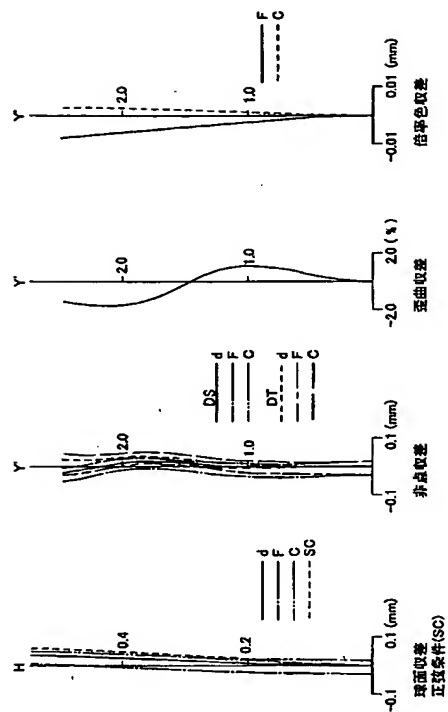
20

30

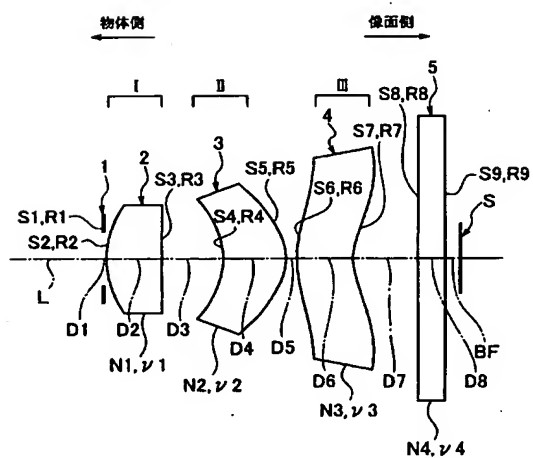
【図 1】



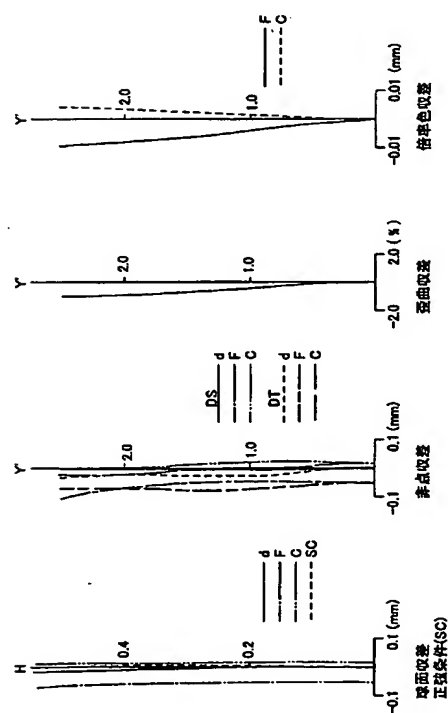
【図 2】



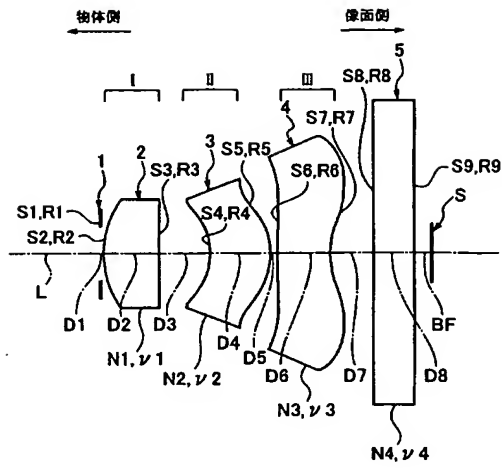
【図 3】



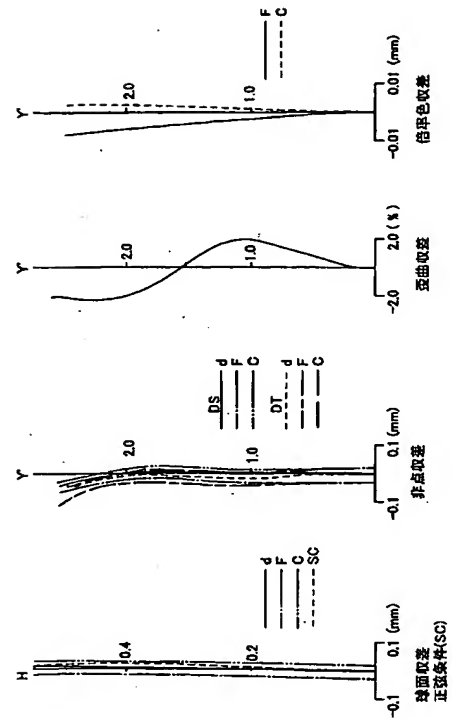
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 阿部 泰彦

東京都板橋区志村2丁目18番10号

日本電産コパル株式会社内

Fターム(参考) 2H087 KA03 LA01 PA03 PA17 PB03 QA02 QA06 QA12 QA14 QA21
QA26 QA37 QA41 QA45 RA05 RA12 RA13 RA34 RA43 UA01